

Mycology Part III

Dr. REDOUANE-SALAH Sara
Université Mohamed Khider
BISKRA

III. Importance des mycètes

Les métabolites secondaires sont produits après la phase de croissance du champignon. Ils se distinguent des métabolites primaires comme par exemple les produits de la glycolyse, qui sont primordiaux pour tout être vivant.

Le métabolisme secondaire est très diversifié, d'où la multitude de métabolites secondaires.

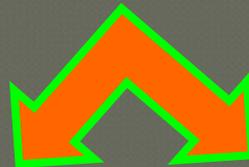
Les mycètes sont importants par leurs



Effets bénéfiques



Effets nuisibles



**avec des conséquences
économiques**

III.I. Effets bénéfiques

A. Agro-Alimentaire

A.1. Rôle de la levure *Saccharomyces cerevisiae*

*Fabrication de pâtes levées et de pain:

C'est l'activité chimique des levures qui provoque le dégagement de bulles de gaz carbonique et fait lever la pâte à pain. L'éthanol s'évapore à la cuisson.

*Fabrication de boissons alcoolisées (Fermentations levuriennes)

La fermentation alcoolique (=fermentation éthylique) sous l'effet des levures transforme le glucose en éthanol et en dioxyde de carbone (Vin, Bière, le saké qui est une boisson fermenté à base de riz produit au Japon).



***Production de probiotiques:**

Les probiotiques sont des concentrés de levures sèches (*Saccharomyces cerevisiae*) utilisés dans l'alimentation animale comme apports de nutriments favorables.

Les levures libèrent des vitamines, des acides aminés et des peptides qui permettent de renforcer la protection de la flore intestinale, de normaliser le transit et de stimuler l'immunité intestinale renforçant ainsi les défenses naturelles des animaux ;

Les probiotiques permettent ainsi d'obtenir un meilleur rendement de la production laitière, de réduire significativement les pertes de poids des animaux, d'augmenter significativement le taux de croissance des portées, d'améliorer la qualité des viandes.

***Fabrication d'éthanol-carburant:**

C'est un alcool à indice d'octane élevé produit par la fermentation de sucre ou d'amidon prétraité, provenant de grains de blé ou de maïs ; l'ajout de levure entraîne la fermentation des sucres et produit l'éthanol qui est ensuite séparé du mélange par distillation.

Les avantages de l'éthanol par rapport à l'essence sont diverses : baisse d'émissions de monoxyde de carbone, de dioxyde de carbone et d'hydrocarbure, et réduction globale des gaz à effet de serre, durabilité de la production d'éthanol due à l'utilisation de matières premières comme des grains et des produits du bois.

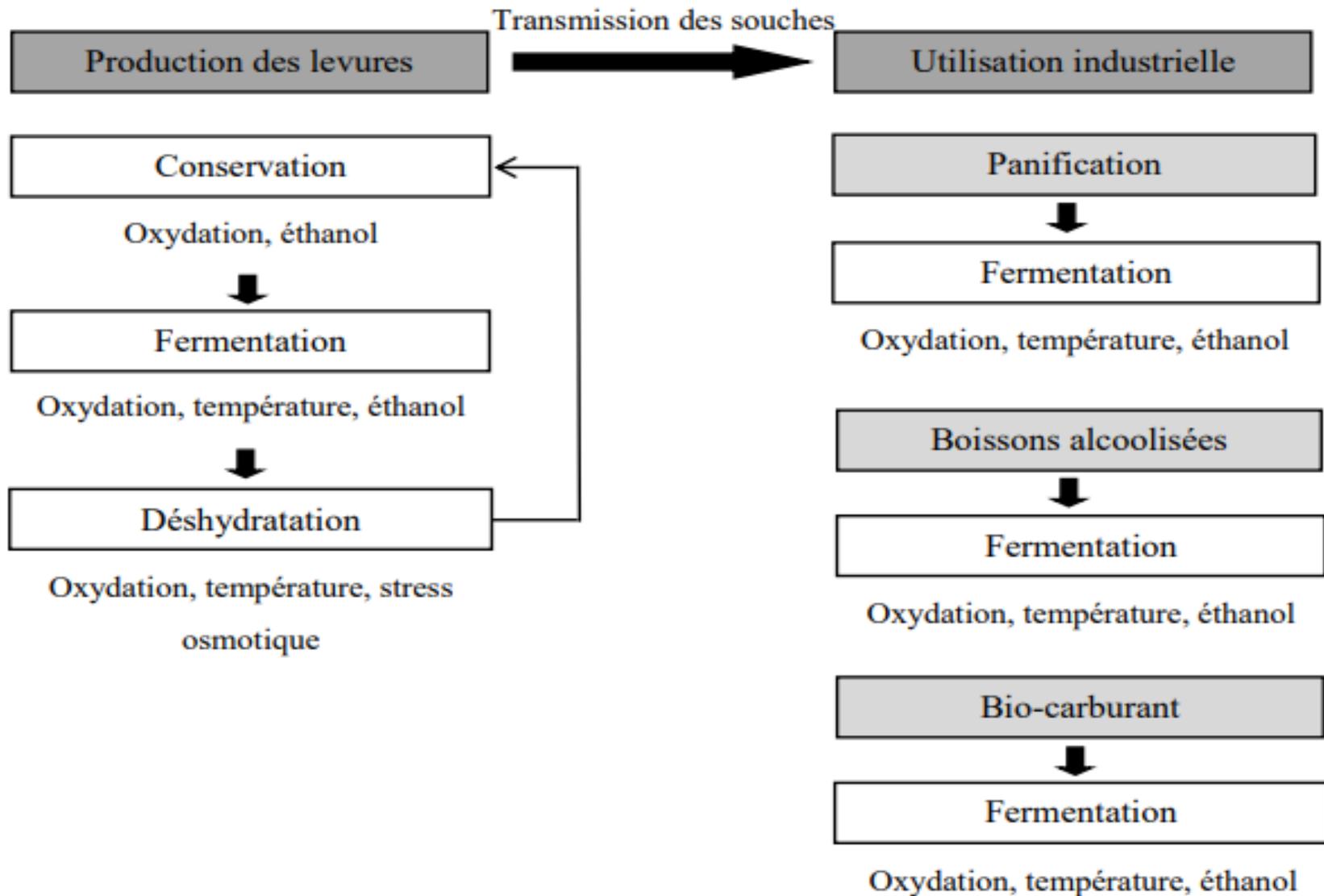


Schéma général des étapes des procédés industrielles et les stress impliqués

A. Agro-Alimentaire

A.2. Rôle des moisissures

***En fromagerie (= Composés aromatiques):** certaines moisissures sont utilisées pour la production de fromage comme le roquefort (*Penicillium roqueforti*) ou le camembert (*Penicillium camemberti*).

P. roquefortii des fromages bleus qui grâce à des enzymes protéolytiques du lait (hydrolyse les protéines dont la caséine donne la texture au fromage) et lipolytiques (hydrolyse les lipides et permettent le développement des arômes au fromage) modifie considérablement le goût du fromage originel. Il est ajouté au départ et l'aération du fromage par piqûre suffit à assurer son développement.

-Le roquefort et les fromages bleus doivent leur couleur aux spores de *Penicillium roqueforti*

P. camembertii qui utilise l'acide lactique et donc désacidifie et libère des enzymes intervenant dans la fabrication d'arômes.

-Le feutrage blanc à la surface des camemberts est dû à *Penicillium camemberti*

• **Dans la fabrication des additifs** : Elles peuvent également servir à la synthèse d'acides organiques comme l'acide citrique ou l'acide gluconique (*Aspergillus niger*, *P. citrinum*). Ces deux types d'acides sont utilisés comme additifs alimentaires.

•* **La synthèse d'enzymes:**

• **Amylases**: conversion de l'amidon en glucose (*Aspergillus niger* et *A. oryzae*).

• **Invertases**: Hydrolyse du saccharose en glucose et fructose •Très utilisé en confiserie (*Saccharomyces*, *Alternaria*, *Penicillium*).

• **Pectinases**: Clarification des jus de fruit (*Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Botrytis*).

• **Cellulases**: *Trichoderma sp.* dégradent des polysaccharides complexes sont utilisés par DENIM (marque française fabrication jeans) pour donner le caractère blanchi des jeans DENIM lavé à la pierre •Utilisé dans l'alimentation pour bétail pour augmenter la digestibilité de l'hémicellulose de l'orge et d'autres céréales.

Laccases : Dégradation de la lignine • Industrie du papier, des colorants.

Pseudoprésure: la coagulation du lait (*Mucorales*).

Hydrolyse du lactose (lactose d'*Aspergillus*).

Antioxydant: comme la glucose oxydase comme additif des mayonnaises et des œufs en poudre (*Aspergillus niger*).

Galactosidase: produite par *Aspergillus niger* est utilisée pour produire du lait sans galactose.

Ligninases: sont utilisées dans l'industrie du papier pour blanchir.

***En charcuterie**: Les moisissures interviennent soit comme contaminants soit pour donner en charcuterie l'aspect blanc extérieur du saucisson. Des bactéries lactiques sont aussi utilisées.

•*B. Rôle écologique*

•***Dans la lutte biologique:** Un certain nombre de champignons sont utilisés pour tuer des insectes ou vers nuisibles; *Beauveria bassiana* peut parasiter les insectes, *Arthrobotrys superba* les nématodes. Pour protéger les plantes des microorganismes pathogènes.

•***Bio-pesticides** : molécules actives vis-à-vis des parasites de plantes et animaux Objectif: réduire les intrants chimiques (pesticides) – accroître la durabilité des systèmes agricoles

•***Dépollution et recyclage:** ce sont des décomposeurs de la matière organique du sol (recyclage des nutriments à l'état du CO₂, N₂, N₂O, ions minéraux).

Capables de décomposer plusieurs substances: digestion du pétrole, digestion des plastiques, du bois, des déchets (dégradation des déchets).....

Par *Beauveria Bassiana* – moisissure attaquant les téguments respiratoires et dont le développement mycélien obstrue les canaux respiratoires.



Sauterelles tuées par *B. Bassiana*



Mygale tuée par *Cordyceps*

C. Industrie Pharmaceutique

Certaines moisissures sont utilisées pour la synthèse de médicaments,

notamment d'antibiotiques telles

-la pénicilline (*Penicillium chrysogenum*), (*Penicillium notatum*)
antibiotique antibactérien.

-les céphalosporines (*Cephalosporium acremonium*), antibiotique
antibactérien.

-Griséofulvine (antibiotique antifongique actif contre les
dermatophytes) (*Penicillium griseofulvum* = largement répandue
dans le sol et les matières en décomposition).

-Echinocandines (antibiotique antifongique), (*Glarea lozoyensis*
=moisissure du sol isolé d'une rivière , lozoya - Espagne).

-Cyclosporine très important immunosuppresseur utilisé pour les
greffes.

fabriquées par des levures. C'est le cas du vaccin contre l'hépatite B. L'avantage des levures réside dans leur nature eucaryote pour la synthèse des protéines et la facilité de leur culture par rapport aux cellules animales en culture.

IV. Aspects pathologiques

Certaines moisissures sont toxiques ou pathogènes pour l'homme, les animaux ou les plantes.

A. Chez l'Homme et l'Animal :

800 millions de personnes souffrent ou ont souffert de mycoses. Les principales mycoses sont :

-Candidoses : dues à des levures du genre *Candida*, affectent la peau et les muqueuses.

-Dermatophytes : dues à des champignons du genre *Trichophyton*, *Microsporum* et *Epidermophyton*. Sont kératinophiles: affectent la peau, les ongles et les cheveux. Exemple: la teigne qui touche le cuir chevelu.

-Effets irritatifs: un phénomène d'irritation mécanique due aux spores et fragments fongiques de l'aire venant en contact direct avec les muqueuses.

-Réactions immunologiques: Allergie de type I : rhinite, conjonctivite, asthme. Allergie de type III : alvéolites allergiques extrinsèques, pneumopathies aiguës ou subaiguës, maladie dite du poumon de fermier .

-Il a été montré que jusqu'à 10% de la population réagirait positivement aux tests d'extraits de moisissures, et pourrait atteindre 27.4% chez les personnes souffrants d'asthme.

Les aspergilloses • Dues à des champignons du genre *Aspergillus* (*A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. nidulans*, *A. versicolor*, *A. niger*, *A. terreus*).

**• peuvent envahir les organes internes, (les poumons),
ex:Aspergillose invasive (*Aspergillus fumigatus*).**

Intoxication alimentaire appelée mycotoxicose

Mycotoxicose aiguë

(une seule ingestion d'une forte dose)

Dans le cas par exemple des **aflatoxines**, principalement produites par les espèces *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*, l'intoxication aiguë se traduit par différents symptômes (**dépression, anorexie, diarrhée, ictère ou anémie**) et peut être fatale

Mycotoxicose chronique

(ingestions répétées de faibles doses)

Lors d'une intoxication chronique, les **aflatoxines** sont hautement **hépatotoxiques, tératogènes, mutagènes** et **cancérogènes**. Chez l'homme, l'aflatoxine B₁, composé d'origine naturel, représente l'agent hépato-cancérigène le plus puissant connu actuellement.

Mycotoxines = toxines élaborées par diverses espèces de champignons microscopiques tel que les moisissures Molécules de faible poids moléculaire (< 1000 d). Difficilement dégradables, elles peuvent subsister dans les denrées même après l'élimination des moisissures.

Champignons	Toxines
<i>Aspergillus</i>	- Aflatoxines, Stérigmatocytine, Ochratoxine A (OTA).
<i>Penicillium</i>	- Patuline, Citrinine (CIT), Acide pénicillique, Pénitrem A, Acide cyclopiazonique, Ochratoxine A.
<i>Fusarium</i>	- Trichothécènes (DON : Déoxynivalénol, NIV : Nivalénol, Toxine T-2, DAS : Diacétoxyscipenol), Zéaralénone, Fumonisines, Fusarine, Moniliformine.
<i>Alternaria</i>	- Alternariol, Acide Ténuazonique.
<i>Claviceps</i>	- Alcaloïdes de l'Ergot.

Moisissures*Alternaria alternata**Aspergillus flavus**Aspergillus fumigatus**Aspergillus niger**Aspergillus ochraceus**Aspergillus sydowii**Aspergillus unguis**Aspergillus ustus**Aspergillus versicolor**Chaetomium globosum**Cladosporium cladosporioides**Eurotium herbariorum**Paecilomyces variotii**Penicillium aurantiogriseum**Penicillium brevicompactum**Penicillium chrysogenum**Penicillium corylophilum**Penicillium glabrum**Stachybotrys chartarum**Trichoderma harzianum**Wallemia sebi***Mycotoxines**

Acide tenuazonique, alternatiol, altertoxines

Aflatoxine B1

Gliotoxine, verruculogène, fumitoxines,

Ochratoxine A, naphthopyrone, malformines, nigragilline

Ochratoxine A, acide pénicillique, xanthomégnine

Acide sydowique, aspermutarubrol

Stérigmatocystines

Austamide, austdiol, austocystines

Stérigmatocystines, versicolorines

Chaetoglobosines, chaetomine

Cladosporines

Echinulines, néoéchinulines, flavoglaucines, auroglaucines

Viriditoxine

Auranthine, acide pénicillique, verrucosidine, nephrotoxines

Acide mycophénolique, brévianamides A et B

Roquefortine C, méléagrène, chrysogène

Citreoisocoumarinol

Trypacidine, citromycétine

Trichothécènes macrocycliques, atranones, lactames

Alaméthazines, émodyne, suzukacilline, trichodermine

Walleminols A et B, walleminone

Toxine	Effets	Mécanisme d'actions cellulaires et moléculaires
Aflatoxine B1 + M1	<ul style="list-style-type: none"> - Hépatotoxicité. - Génotoxicité. - Cancérogénicité. - Immunomodulation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formation d'adduit à l'ADN. - Peroxydation lipidique. - Bioactivation par cytochromes P450. - Conjugaison aux Glutathion S-transférases.
Ochratoxine A	<ul style="list-style-type: none"> - Néphrotoxicité. - Génotoxicité. - Immunomodulation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impact sur la synthèse des protéines. - Inhibition de la production d'ATP. - Détoxification par les peptidases.
Patuline	<ul style="list-style-type: none"> - Neurotoxicité. - Mutagenèse <i>in vitro</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inhibition indirecte d'enzymes.
Trichothécènes (Toxine T-2, DON)	<ul style="list-style-type: none"> - Hématotoxicité. - Immunomodulation. - Toxicité cutanée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Induction de l'apoptose sur progéniteur hématopoïétique et cellules immunitaires. - Impact sur la synthèse des protéines. - Altération des immunoglobulines.
Zéaralène	<ul style="list-style-type: none"> - Fertilité et Reproduction. 	<ul style="list-style-type: none"> - Liaison aux récepteurs oestrogéniques. - Bioactivation par des réductases. - Conjugaison aux glucuronyltransférases.
Fumonisine B1	<ul style="list-style-type: none"> - Lésion du système nerveux central. - Hépatotoxicité. - Génotoxicité. - Immunomodulation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inhibition de la synthèse de céramide - Altération du rapport sphinganine/sphingosine. - Altération du cycle cellulaire.

B. Chez le végétal :

Champignons phytopathogènes:

Mildiou: nom générique d'une série de maladies cryptogamiques communes chez de nombreuses plantes. Ex: *Phytophthora infestans* attaque la pomme de terre, et fut responsable entre 1845 et 1849 de la Grande Famine en Irlande.

-Céréales = vecteurs potentiels mycotoxines: 25% de la production mondiale est contaminée par les mycotoxines (FAO).

-* Fusarioses peuvent provoquer selon les années et les régions jusqu'à 100% de pertes de rendement des cultures.

C. Pertes économiques:

En effet, les moisissures peuvent être à l'origine d'importantes dégradations des propriétés physicochimiques entraînant une altération de la qualité des denrées alimentaires.

Le premier type d'altération de la qualité des aliments concerne la qualité dite « **marchande** ». La prolifération des moisissures, qu'elles soient pathogènes ou non, entraîne des modifications défavorables des caractéristiques diététiques et organoleptiques, tels l'aspect, la texture, l'odeur et la saveur des aliments, avec des conséquences économiques importantes dans l'industrie agroalimentaire.



Quelques exemples d'aliments contaminés par des moisissures.

Le deuxième type d'altération de la qualité des aliments concerne la qualité dite « sanitaire ». La prolifération des moisissures pathogènes entraîne une diminution de l'innocuité des aliments et représente un risque pour la santé du consommateur.

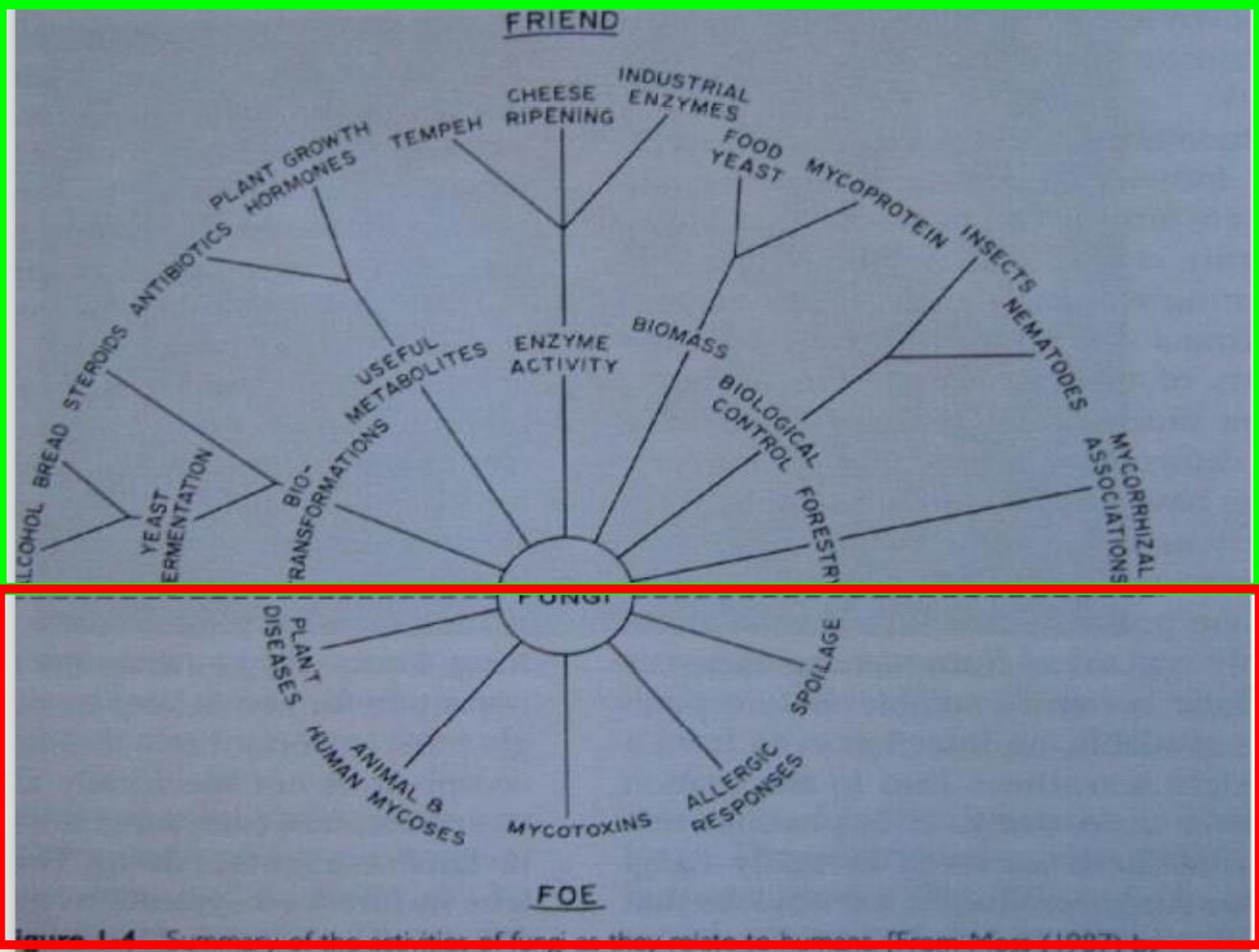


Figure 1.4 Summary of the activities of fungi that relate to humans [From Miles (1987) p. 10]

Champignons et homme: amis-ennemis